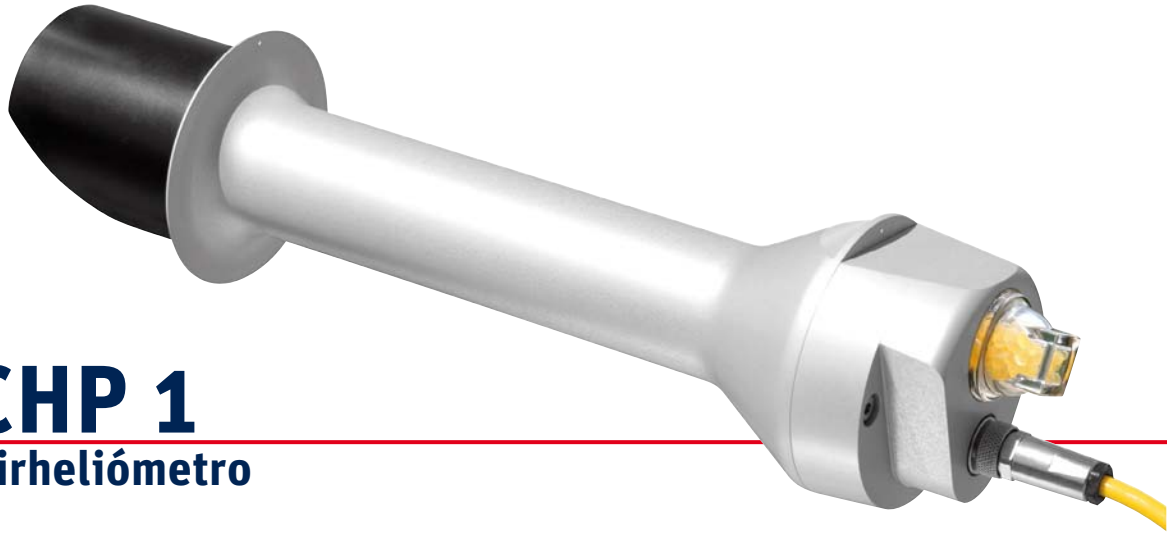
KIPP & ZONEN
SINCE 1830



CHP 1

Pirheliómetro

Manual de Usuario

INFORMACIÓN IMPORTANTE PARA EL USUARIO

Se recomienda leer este manual entero para entender completamente el uso adecuado de este producto.

Si tiene algún comentario sobre este manual le agradecemos que le envíe a:

Kipp & Zonen B.V.
Delftechpark 36, 2628 XH Delft, Holanda
o Apartado de correos 507, 2600 AM Delft, Holanda

T: +31 (0)15 2755 210
F: +31 (0)15 2620 351
info@kippzonen.com
www.kippzonen.com

Kipp & Zonen se reserva el derecho de cambiar las especificaciones sin previo aviso.

GARANTÍA Y RESPONSABILIDAD

Kipp & Zonen garantiza que el producto entregado se ha probado minuciosamente para asegurar que cumple con las especificaciones publicadas. La garantía incluida en las condiciones de entrega es válida solo si se ha instalado y utilizado el producto de acuerdo con las instrucciones proporcionadas por Kipp & Zonen.

Kipp & Zonen no será responsable en ningún caso de daños fortuitos o consecuentes, incluyendo sin límite, pérdida de beneficios, pérdida de ingresos, pérdida de oportunidades de negocio, pérdida de uso y otros gastos relacionados, causados o surgidos por un defecto y uso incorrecto del producto. Las modificaciones que haga el usuario pueden afectar a la validez de la declaración CE.

COPYRIGHT© 2008 Kipp & Zonen B.V.

Todos los derechos reservados. No se puede reproducir, guardar en un sistema de recuperación o transmitir ninguna parte de esta publicación de ninguna forma y por ningún medio, sin el permiso por escrito de la compañía.

Versión del manual: 0811

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

Cumple con la directriz 89/336/EEC de la CE

Nosotros Kipp & Zonen B.V.
Delftechpark 36
2628 XH Delft
Holanda

Declaramos bajo nuestra única responsabilidad que el producto:

Tipo: CHP 1
Nombre: Pirheliómetro

Al que se refiere esta declaración cumple con las normas siguientes:

Inmisiones	EN 50082- 1	Norma de grupo
IEC 100- 4- 2	IEC 801- 2	8 kV
IEC 100- 4- 3	IEC 801- 3	3 V/m
IEC 100- 4- 4	IEC 801- 4	1 kV
Emisiones	EN 50081- 1	Norma de grupo
EN 55022		

Siguiendo las provisiones de la directiva:

B.A.H. Dieterink
Presidente
KIPP & ZONEN

ÍNDICE

INFORMACIÓN IMPORTANTE PARA EL USUARIO 2
GARANTÍA Y RESPONSABILIDAD 2
DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD 3
ÍNDICE 4
INTRODUCCIÓN 5
1 INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO 6
1.1 Entrega 6
1.2 Contenido de la entrega 6
1.3 Instalación mecánica 6
1.4 Instalación eléctrica 7
2 FUNCIONAMIENTO 9
2.1 Medición de la radiación solar directa 9
2.2 Medición de la temperatura del instrumento 9
3 MANTENIMIENTO 10
4 COMPONENTES PRINCIPALES DE LOS PIRHELIÓMETROS 11
4.1 Ventana 11
4.2 Detector 11
4.3 Carcasa 11
4.4 Cartucho de secado 11
4.5 Cable y conector 11
5 PROPIEDADES FÍSICAS DEL PIRHELIÓMETRO 12
5.1 Rango espectral 12
5.2 Sensibilidad 12
5.3 Impedancia 12
5.4 Tiempo de respuesta 12
5.5 Temperatura de funcionamiento 13
5.6 Campo de visión 14
5.7 Entorno 14
6 PRECISIÓN DE LA MEDICIÓN15
6.1 No linealidad 15
6.2 Dependencia de la temperatura 15
6.3 Offset cero B 15
6.4 No estabilidad 16
6.5 Selectividad espectral 16
7 CALIBRACIÓN 17
7.1 Principio de calibración 17
7.2 Procedimiento de calibración en Kipp & Zonen 17
7.3 Trazabilidad de la referencia radiométrica mundial 17
8 RECALIBRACIÓN 18
9 PREGUNTAS FRECUENTES 18
10 LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS 18
APÉNDICE 1 TERMINOLOGÍA RADIOMÉTRICA 19
APÉNDICE II ESPECIFICACIONES DEL TERMISTOR 10K 20
APÉNDICE III ESPECIFICACIONES DEL PT- 100 21
APÉNDICE IV ESPECIFICACIONES PRINCIPALES 22
APÉNDICE V LISTA DE CENTROS MUNDIALES Y REGIONALES DE RADIACIÓN 23
APÉNDICE VI SERVICIO DE RECALIBRACIÓN 24

INTRODUCCIÓN

Estimado cliente, gracias por comprar un instrumento de Kipp & Zonen. Por favor, lea este manual y la hoja de instrucciones separada para el completo entendimiento del uso de su pirheliómetro.

El pirheliómetro CHP 1 está diseñado para medir la irradiancia que resulta del flujo radiante desde un ángulo sólido de 5 º.

De acuerdo con la Norma Internacional ISO 9060 y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) un pirheliómetro es el tipo de instrumento diseñado para medir la radiación solar directa. El pirheliómetro CHP 1 cumple con la clase «Primera Clase» especificada por las normas internacionales.

Este manual, junto con la hoja de instrucciones, da información relacionada con la instalación, mantenimiento, calibración, especificaciones del producto y aplicaciones del pirheliómetro CHP 1.

Si tiene alguna pregunta, por favor, tenga la libertad de contactar con el distribuidor de Kipp & Zonen o envíe un correo electrónico a info@kippzonen.com

Para información sobre otros productos de Kipp & Zonen o para ver cualquier actualización de este manual, vaya a www.kippzonen.com

1 INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO

1.1 Entrega

Compruebe que el contenido del envío está completo (ver abajo) y mire si se ha producido alguno daño durante el transporte. Si hay algún daño, debe rellenar una reclamación inmediatamente con el transportista. En este caso, o si el contenido está incompleto, se le debe notificar a su distribuidor para facilitar la reparación o sustitución del instrumento.

1.2 Contenido de la entrega

Pirheliómetro
Pantalla de lluvia
Cable con conector
Informes de prueba
Hoja de instrucciones
2x bolsas de desecante
CD con documentación del producto

Aunque el CHP 1 es resistente a la intemperie y adecuado para condiciones ambientales duras, tiene algunas piezas mecánicas delicadas. Por favor, guarde el envase original para el transporte seguro del radiómetro al sitio de la medición o para usarlo cuando devuelva el radiómetro para su calibración.

El certificado de calibración proporcionado con el instrumento es válido durante 1 año a partir de la fecha del primer uso por parte del cliente, sujeto a las variaciones de rendimiento debidas a condiciones de funcionamiento específicas que se dan en las especificaciones del instrumento. El certificado de calibración está datado en la fecha de fabricación, o recalibración, pero el instrumento no sufre cambios de sensibilidad cuando se guarda en el paquete original y no se expone a la luz. Desde el momento en que se saca el instrumento del paquete y se expone a irradiancia la sensibilidad se desviará ligeramente con el tiempo. Ver el comportamiento de «no estabilidad» (cambio de sensibilidad máxima por año) que se muestra en la lista de especificaciones del radiómetro.

1.3 Instalación mecánica

En los párrafos siguientes se explica la instalación mecánica.

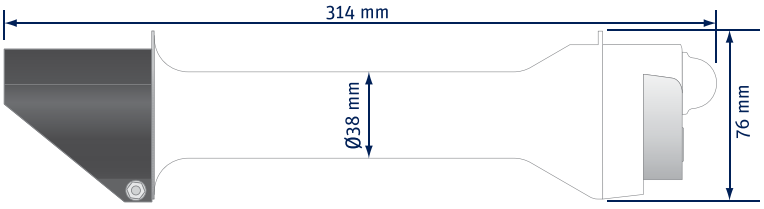


Figura 1: Esquema dimensional del CHP 1

Para la instalación en los seguidores de Kipp & Zonen 2AP y Solys 2, por favor, consulte el manual del seguidor.

1.4 Instalación eléctrica

Como estándar el CHP 1 se suministra con un conector para intemperie, precableado con un cable de 10 m con varios hilos y una malla cubierta con una funda negra. El número de pins de conexión y cables depende del modelo de pirheliómetro y de si se pone un sensor de temperatura (y de qué tipo). El código de color de los cables y los números de pins del conector se muestran en la hoja de instrucciones. Hay disponibles cables más largos para los elementos opcionales.

PYRHELIOMETER CONNECTION
ANSCHLUSS • RACCORDEMENT • CONEXIÓN

	Wire Kabel Fil Cable		Function Funktion Fonction Función	Connect with Anschluss an Relier à Conectar con
1	Red Rot • Rouge • Rojo		+	+ Hi
2	Blue Blau • Bleu • Azul		–	– Lo
4	Yellow Gelb • Jaune • Amarillo	Combined Kombiniert Combiné Combinado		Pt-100
6	Brown Braun • Brun • Marrón			
3	Green Grün • Vert • Verde	Combined Kombiniert Combiné Combinado		Pt-100
5	Grey Grau • Gris • Gris			
7	Black Schwarz • Noir • Negro	Combined Kombiniert Combiné Combinado		Thermistor
8	White Weiss • Blanc • Blanco			
	Shield Abschirmung Protection Malla		Housing Gehäuse Boîte Cubierta	Ground * Erde Terre Tierra

Pin Layout
Steckerbelegung • Schéma des connexions • Diagrama de conexiones
1 Red • Rot • Rouge • Rojo
2 Blue • Blau • Bleu • Azul
3 Green • Grün • Vert • Verde
4 Yellow • Gelb • Jaune • Amarillo
5 Grey • Grau • Gris • Gris
6 Brown • Braun • Brun • Marrón
7 Black • Schwarz • Noir • Negro
8 White • Weiss • Blanc • Blanco

* Connect to ground if Radiometer not grounded
Mit Erde verbinden, wenn das Radiometer nicht geerdet ist
Reliez à la terre si le Radiomètre n'est pas connecté
Conectar a tierra si el Radiómetro no lo está

La malla del cable está conectada a la carcasa de aluminio del radiómetro a través del cuerpo del conector. La malla del extremo del cable se puede conectar a tierra en el equipo de lectura. Los rayos pueden provocar sobretensiones en la malla, pero estos serán derivados del pirheliómetro y del registrador de datos.

Los cables del pirheliómetro de kipp & Zonen son del tipo de bajo nivel de ruido, pero si se dobla el cable se produce un pequeño pico de voltaje, un efecto triboeléctrico y de capacitancia. Por lo tanto, el cable tiene que estar firmemente asegurado para minimizar la respuesta espurea durante el condiciones de tormenta.

La impedancia del equipo de lectura carga el circuito de compensación de temperatura y la termopila. Esto puede hacer que aumente la dependencia de la temperatura del pirheliómetro. Afecta a la sensibilidad más del 0,1 % cuando la resistencia de carga es menor de 100 kΩ. Por este motivo recomendamos utilizar un equipo de lectura con una impedancia de entrada de 1 MΩ o más. Los integradores solares y registradores de datos de Kipp & Zonen cumplen con estos requisitos.

Se pueden utilizar cables largos, pero la resistencia del cable tiene que ser menor que el 0,1 % de la impedancia del equipo de lectura. Es evidente que no se recomienda el uso de circuitos atenuadores para modificar el factor de calibración porque también puede afectar a la respuesta de temperatura.

Una corriente de polarización de entrada alta en el equipo de lectura puede producir varios microvoltios a través de la impedancia del pirheliómetro y del cable. El offset cero se puede verificar cambiando la impedancia del pirheliómetro en las terminales de entrada del equipo de lectura con una resistencia.

También se puede conectar el pirheliómetro a un ordenador o a un sistema de adquisición de datos. Tiene que haber disponible una entrada analógica de bajo voltaje. La resolución del Convertidor analógico- digital (CAD) tiene que permitir una sensibilidad del sistema de aproximadamente 1 bit por W/m^2. No se necesita más resolución durante las mediciones de radiación solar en exteriores, ya que el pirheliómetro muestra offsets de hasta ± 2 W/m^2 debido a la falta de equilibrio térmico.

Para la amplificación de la señal del pirheliómetro Kipp & Zonen ofrece el amplificador de señal AMPBOX. Este amplificador convertirá las salidas en microvoltios del pirheliómetro en una señal estándar de 4 – 20 mA. Se recomienda el uso del amplificador AMPBOX para aplicaciones con cables largos (> 100 m), entornos con ruido eléctrico o registradores de datos con entrada de un bucle de corriente. El AMPBOX se puede ajustar en la fábrica para que se adapte a la sensibilidad de un radiómetro individual para que se produzca un rango definido, normalmente 4 – 20 mA representa 0 – 1600 W/m^2.

2 FUNCIONAMIENTO

2.1 Medición de la radiación solar directa

Después de terminar la instalación, el pirheliómetro estará listo para funcionar.

El valor de irradiancia (E↓Solar) se puede calcular sencillamente dividiendo la señal de salida (Uemf) del pirheliómetro por su sensibilidad (Sensibilidad) como se muestra en la Ecuación 1. Para calcular la irradiancia solar directa se tiene que aplicar la fórmula siguiente:

$$E_{DirectSolar} = \frac{U_{emf}}{S}$$

Ecuación 1: Cálculo de la radiación solar

Donde:

$E_{DirectSolar}$	=	Radiación solar	[W/m²]
U_{emf}	=	Salida del radiómetro	[µV]
S	=	Sensibilidad del radiómetro	[µV/W/m²]

Para asegurar que la calidad de los datos es de un nivel alto, hay que tener cuidado con el mantenimiento diario del radiómetro. Una vez que se toma la medición del voltaje, no se puede hacer nada para mejorar retrospectivamente la calidad de esa medición.

2.2 Medición de la temperatura del instrumento

Dentro del montaje del detector se colocan un Pt- 100 (Clase A) y termistor de 10 k para proporcionar la temperatura del detector. La posición de estos sensores de temperatura se muestra en la Figura 2.

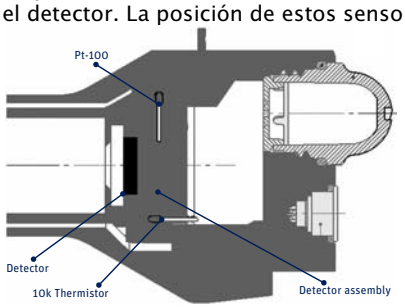


Figura 2: Posición de los sensores de temperatura dentro del montaje del detector del CHP 1

La temperatura del Pt- 100 y el termistor de 10 k se puede derivar usando la Ecuación 2 y la Ecuación 3

Thermistor (10 kΩ @ 25ºC)

$$T = \left(\alpha + \left[\beta \cdot (\ln(R)) + \gamma \cdot (\ln(R))^3\right]\right)^{-1} - 273.15$$

$$\alpha : 1.0295 \cdot 10^{-3} \quad \beta : 2.391 \cdot 10^{-4} \quad \gamma : 1.568 \cdot 10^{-7}$$

T [°C] = Temperature R [Ω] = Resistance

Equation 2: Temperature vs Thermistor Resistance

Pt-100 (100 Ω @ 0°C)

$$T = \frac{-\alpha + \sqrt{\alpha^2 - 4 \cdot \beta \cdot \left(\frac{-R}{100} + 1\right)}}{2 \cdot \beta}$$

$$\alpha : 3.9080 \cdot 10^{-3} \quad \beta : -5.8019 \cdot 10^{-7}$$

Equation 3: Temperature vs Pt-100 resistance

3 MANTENIMIENTO

Una vez instalado el pirheliómetro necesita poco mantenimiento. Se tiene que limpiar e inspeccionar con regularidad la ventana, lo ideal sería todas las mañanas.

La revisión periódica es para asegurar que el desecante de gel de sílice es todavía de color naranja. Cuando el gel de sílice amarillo del cartucho de secado se vuelve completamente transparente (normalmente después de varios meses), se tiene que cambiar por un gel de sílice nuevo suministrado en los paquetes de relleno pequeños. El contenido de un paquete es suficiente para un relleno completo. Al mismo tiempo se comprueba que el montaje del radiómetro es seguro y que el cable está en buen estado.

Consejos para el cambio de desecante:

Asegurarse de que están limpias las superficies del radiómetro y el cartucho de secado que están en contacto con la junta tórica de caucho (la corrosión puede hacer mucho daño aquí y el polvo, en combinación con el agua, puede causar esto);
La junta tórica de caucho está cubierta con grasa de silicona para mejorar el sellado. Si la junta tórica de caucho parece seca hay que aplicarla grasa (también se puede aplicar vaselina);
Comprobar que el cartucho de secado está ensartado fuertemente en el cuerpo del radiómetro.

Es difícil cerrar los radiómetros herméticamente; por lo tanto, debido a las diferencias de presión entre el interior y el exterior del instrumento, siempre habrá algún intercambio de aire (húmedo).

La sensibilidad del radiómetro cambia con el tiempo y con la exposición a la radiación. Se aconseja la calibración cada dos años. Se puede encontrar información adicional sobre los servicios de recalibración de Kipp & Zonen en el Apéndice VI.

4 COMPONENTES PRINCIPALES DE LOS PIRHELIÓMETROS

El detector del pirheliómetro CHP 1 de Kipp & Zonen se basa en un elemento de detección térmica pasiva llamado termopila.

La termopila responde a la alimentación total absorbida por el recubrimiento superficial negro, que es una pintura no espectralmente selectiva, y calentamiento. El calor generado fluye a través de una resistencia térmica hacia el disipador térmico (el cuerpo del pirheliómetro). La diferencia de temperatura a través de la resistencia térmica del detector se convierte en voltaje como una función lineal de la irradiancia solar absorbida.

Un cartucho de secado (desecador) de la carcasa del radiómetro se llena con gel de sílice y previene que se forme rocío en la parte interna de la ventana, que se puede enfriar considerablemente en noches claras sin viento.

4.1 Ventana

El material de la ventana del pirheliómetro define el rango de medición espectral del instrumento. En general, entre el 97 – 98 % del espectro de radiación solar se transmitirá a través de la ventana y lo absorberá el detector.

4.2 Detector

El elemento de detección de termopila está construido con un gran número de pares de unión de termopar conectados eléctricamente en serie. La absorción de la radiación térmica por una de las uniones del termopar, llamada la unión activa (o «caliente»), aumenta su temperatura. La temperatura diferencial entre la unión activa y la unión de referencia («fría») mantenida en una temperatura fija, produce una fuerza electromotriz directamente proporcional a la temperatura diferencial creada. Este es un efecto termoeléctrico. La sensibilidad del pirheliómetro depende de las propiedades físicas individuales de la termopila y la construcción. La sensibilidad de cada termopila es única y por lo tanto cada radiómetro tiene un factor de calibración único, incluso con el mismo modelo de radiómetro.

En la superficie superior del sensor se deposita pintura negra que tiene una estructura muy rugosa que contiene muchas microcavidades que «atrapan» de forma eficaz más del 97 % de la radiación incidente en un amplio rango espectral. Además, la selectividad espectral es menor del 2 %. Esto implica que dentro del rango espectral del pirheliómetro, la absorción para cada longitud de onda es igual dentro del 2 %. El elemento de detección pintado de negro forma el detector. Teniendo en cuenta la estabilidad a largo plazo del instrumento, la pintura negra es una de las partes más importantes y delicadas del pirheliómetro. La pintura negra de Kipp & Zonen da la mejor estabilidad posible durante un largo periodo de tiempo bajo todas las condiciones meteorológicas.

4.3 Carcasa

La carcasa del radiómetro contiene todas las piezas fundamentales del pirheliómetro. Las piezas de aluminio anodinado son ligeras y dan una alta estabilidad mecánica y térmica al instrumento. Debido a su construcción mecánica todos los pirheliómetros están prácticamente sellados y cumplen con la norma internacional IP 67.

4.4 Cartucho de secado

En caso de que entre humedad en el cuerpo del radiómetro el desecante de gel de sílice regula el nivel de humedad dentro del pirheliómetro. Inicialmente el desecante tendrá color naranja. Cuando pase algo de tiempo se satura con humedad y el color cambiará a claro (transparente). En este momento el contenido del cartucho de secado se tiene que cambiar por otro desecante nuevo de color naranja insaturado tan pronto como sea posible. El recambio de desecante lo tienen disponible los distribuidores de Kipp & Zonen.

4.5 Cable y conector

Para facilitar la instalación y el cambio durante la calibración del radiómetro, se suministra el CHP 1 con un conector de cable de señal resistente a la intemperie.

Los radiómetros de Kipp & Zonen utilizan un cable a medida que se selecciona como un tipo de bajo nivel de ruido particularmente pensado para manejar salidas de bajo voltaje de la termopila o del sensor de temperatura.

La malla del cable está conectada al cuerpo del metal del conector y se debe conectar preferiblemente a tierra en el equipo de lectura. Los cable vienen preconectados a la toma del conector en una gama de longitudes.

5 PROPIEDADES FÍSICAS DEL PIRHELIÓMETRO

En este capítulo se dan las características físicas principales del pirheliómetro CHP 1.

5.1 Rango espectral

El espectro de la radiación solar que llega a la superficie de la Tierra está dentro del rango de longitudes de onda entre 280 nm y 4000 nm, que van desde ultravioleta (UV) hasta infrarrojo lejano (FIR) como se muestra en la Figura 9. Debido a las propiedades físicas excelentes de la ventana de cuarzo y la pintura que absorbe el negro, el pirheliómetro CHP 1 de Kipp & Zonen es igualmente sensible a un amplio rango espectral. El 97- 98 % de la energía total la absorberá el detector térmico.

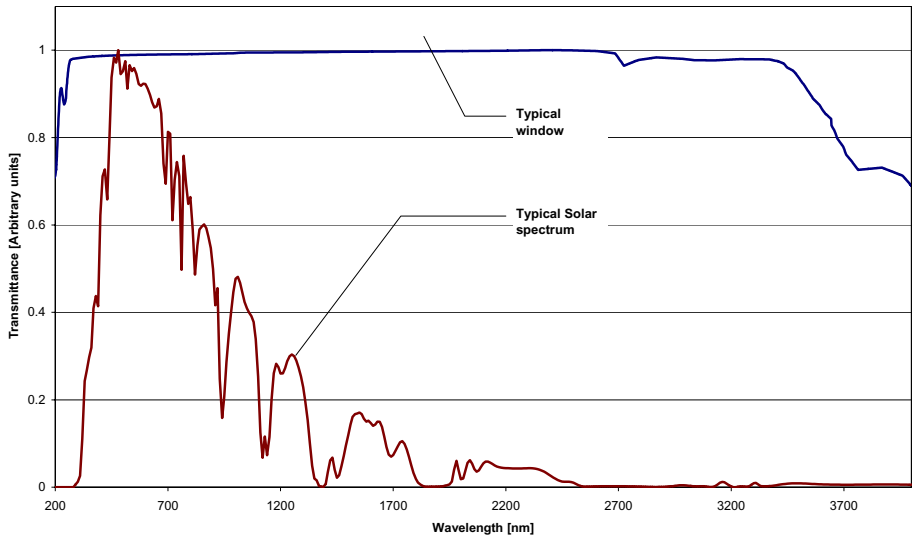


Figura 3: Espectro de irradiancia solar en la superficie de la Tierra y respuesta del pirheliómetro

5.2 Sensibilidad

La sensibilidad de la termopila del radiómetro está determinada principalmente por las propiedades físicas del detector en sí mismo. La alimentación termoeléctrica, la conductividad térmica de las uniones y las dimensiones generales del elemento de detección están relacionadas con su sensibilidad.

5.3 Impedancia

La impedancia del radiómetro se define como la impedancia eléctrica total en el conector de salida del radiómetro que se ajusta a la carcasa. Surge desde la resistencia eléctrica en las uniones térmicas, cables y elementos electrónicos pasivos dentro del radiómetro.

5.4 Tiempo de respuesta

Algún dispositivo de medida requiere un cierto tiempo para reaccionar a un cambio en el parámetro que se está midiendo. El radiómetro requiere tiempo para responder a un cambio en la radiación incidente. El tiempo de respuesta se considera normalmente como el tiempo para que la salida alcance el 95 % (algunas veces el 63 %) del valor final después de un cambio escalonado en la irradiancia. Lo determinan las propiedades físicas de la termopila y la construcción del radiómetro. El CHP 1 tiene una respuesta rápida, que le hace adecuado para medir radiación solar bajo condiciones meteorológicas variables.

5.5 Temperatura de funcionamiento

El rango de temperaturas de funcionamiento del radiómetro lo determinan las propiedades físicas de las piezas individuales. Dentro del rango de temperaturas especificado los radiómetros de Kipp & Zonen pueden funcionar de forma segura. Fuera de este rango de temperaturas hay que tomar precauciones especiales para evitar cualquier daño físico y una pérdida de rendimiento del radiómetro. Por favor, contacte con su distribuidor para información adicional relacionada con el funcionamiento en condiciones de temperatura anormalmente duras.

5.6 Campo de visión

La Figura 4 muestra la construcción opcional de los pirheliómetros.

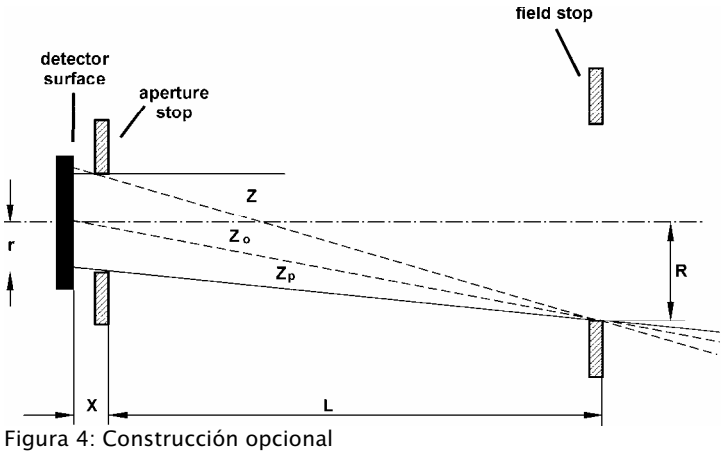


Figura 4: Construcción opcional

El rayo de luz que llega al detector está limitado por el campo y la apertura del tope. La inclinación, apertura y ángulos límite están determinados por R, r y L. La distancia x es insignificante.

Para el CHP 1 el ángulo de apertura completo es de 5 º, y el ángulo de inclinación es 1 º. El sol, visto desde el detector, ocupa un ángulo sólido de 0,5 º. Se puede esperar una respuesta del 100 % solo si el sol está completamente dentro del ángulo de inclinación. Este es el caso que se produce cuando la precisión del seguimiento es mejor que el ángulo de inclinación menos la mitad del ángulo solar.

Conclusión, la precisión del seguimiento estará dentro de 0,75 º del ideal.

5.7 Entorno

El pirheliómetro CHP 1 está diseñado para usarlo en exteriores bajo cualquier condición climatológica. Los radiómetros cumplen con la IP 67 y su construcción mecánica sólida es adecuada para utilizarlo bajo todas las condiciones ambientales dentro de los rangos especificados.

6 PRECISIÓN DE LA MEDICIÓN

Cuando está funcionando el pirheliómetro, su rendimiento está correlacionado con un número de parámetros, como la temperatura, nivel de irradiancia, etcétera. Normalmente, se utiliza la cifra de la sensibilidad suministrada para calcular las irradiancias. Si las condiciones difieren considerablemente de las condiciones de calibración, se debe esperar incertidumbre en las irradiancias calculadas.

Para un pirheliómetro de primera clase la OMM espera un error máximo en las radiaciones horarias totales del 3 %. En el total diario se espera un error del 2 %, porque algunas variaciones en la respuesta se anulan entre sí si el periodo de integración es largo. Kipp & Zonen espera una incertidumbre máxima del 2 % para totales horarios y 1% para totales diarios para el pirheliómetro CHP 1.

Para el CHP 1 se puede mostrar independientemente el efecto de cada parámetro sobre la sensibilidad.

6.1 No linealidad

El error de no linealidad, la variación de la sensibilidad con la irradiancia se muestran en la Figura 5 para un rango de 0 a 1000 W/m² referido a la calibración en 500 W/m².

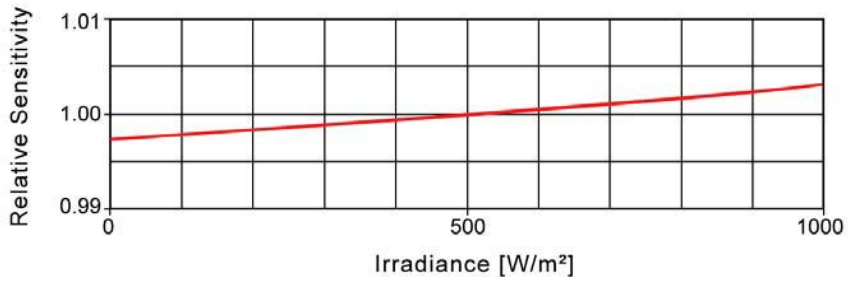


Figura 5: Variación de sensibilidad de no linealidad de un CHP 1

6.2 Dependencia de la temperatura

La dependencia de la temperatura de la sensibilidad es una función del CHP 1 individual. Para un instrumento dado la respuesta está en la región entre las lineas curvas de la Figura 6. La dependencia de la temperatura de cada pirheliómetro es característica y se suministra con el instrumento. Cada CHP 1 tiene integrados sensores de temperatura para permitir que se apliquen las correlaciones si es necesario.

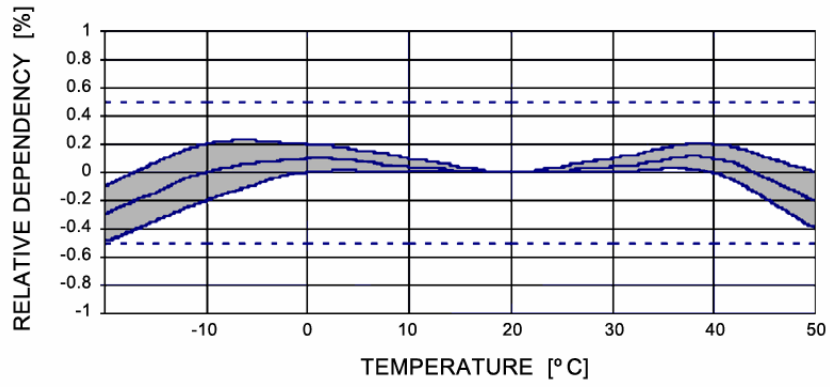


Figura 6: Dependencia de temperatura típica de un CHP 1

6.3 Offset cero B

Proporcionalmente a la temperatura ambiente la temperatura del instrumento varia y causa corrientes de calor dentro del instrumento. Esto causará un offset llamado normalmente Offset cero tipo B. Se cuantifica como la respuesta en W/m² a un cambio de 5 K/hr en la temperatura ambiente.

6.4 No estabilidad

Esto es el cambio porcentual en la sensibilidad a lo largo de un periodo de un año. Este efecto se debe principalmente a la degradación de la radiación UV de la pintura absorbente negra de la superficie del elemento de detección. Kipp & Zonen recomienda que se vuelva a calibrar cada dos años. No obstante, para asegurar la calidad algunos institutos, empresas y redes pueden necesitar que se calibre con más o menos frecuencia. Por favor, lea el capítulo sobre el procedimiento de calibración de los pirheliómetros para más información.

6.5 Selectividad espectral

La selectividad espectral es la variación del coeficiente de absorción y transmisión de la ventana de la pintura del detector negro con la longitud de onda y se especifica normalmente como un % del valor medio.

7 CALIBRACIÓN

7.1 Principio de calibración

Un pirheliómetro ideal da un resultado de voltaje que es proporcional al nivel de irradiacia absoluto. Esta relación se puede expresar como un ratio constante llamado «sensibilidad» (Sensibilidad).

La cifra de la sensibilidad de un pirheliómetro particular es única. Se determina en el laboratorio del fabricante por comparación con un pirheliómetro de referencia de un tipo similar. El pirheliómetro de referencia se calibra en exteriores con regularidad en el Centro Mundial de Radiación (CMR) en Davos, Suiza. El contenido espectral de la lámpara de calibración de laboratorio es distinto del espectro solar en el exterior del Centro Mundial de Radiación. No obstante, esto no tiene consecuencias para la transferencia de calibración, porque los pirheliómetros estándar y de prueba tienen el mismo revestimiento negro y ventanas.

La cifra de sensibilidad suministrada es válida para las siguientes condiciones:

Una temperatura ambiente de + 20 ºC.
Radiación incidente normal de 500 W/m^2.

Para cualquier otra condición se puede utilizar la cifra de sensibilidad dentro de unas franjas de incertidumbre dadas en las especificaciones de cada modelo.

Un resumen de los métodos de calibración también se encuentran en la guía de la OMM de 1996.

7.2 Procedimiento de calibración en Kipp & Zonen

En Kipp & Zonen, la calibración se realiza en interiores por comparación con un instrumento de referencia. La referencia no es una clasificación estándar superior. La comparación se hace bajo una lámpara de xenón en un nivel de irradiancia de aproximadamente 500 W/m^2. La referencia se ha calibrado en el Centro Mundial de Radiación. La precisión de esta calibración es ± 0,5 %. ISO exige que cada pirheliómetro, para conseguir su clasificación, se tiene que comparar periódicamente con un estándar superior.

7.3 Trazabilidad de la referencia radiométrica mundial

Los pirheliómetros de referencia, que se calibran anualmente en el Centro Mundial de Radiación de Davos, se utilizan para la calibración de los radiómetros fabricados por Kipp & Zonen. Los radiómetros de referencia están completamente caracterizados, es decir, se registra la linealidad, dependencia de la temperatura y la respuesta direccional.

Kipp & Zonen tiene dos radiómetros de referencia para cada modelo de radiómetro. Estos radiómetros de referencia se envían en años alternos al CMR para su calibración, de esta forma se puede realizar la producción y calibración en Delft sin interrupción.

8 RECALIBRACIÓN

La sensibilidad del radiómetro cambia con el tiempo y con la exposición a la radiación. Se aconseja la calibración periódica cada dos años.

Se pueden hacer calibraciones precisas en exteriores bajo condiciones despejadas por comparación con un pirheliómetro de referencia. Muchos servicios climatológicos nacionales y regionales tienen instalaciones de calibración. Su pirheliómetro estándar está comparado con la Referencia Radiométrica Mundial de Davos, Suiza. Esta abarca varios pirheliómetros de cavidades absolutas (cuerpo negro). Se puede encontrar información sobre los centros de calibración regionales en el apéndice V.

9 PREGUNTAS FRECUENTES

En la sección de FAQ se listan las preguntas más frecuentes de nuestro sitio web en www.kippzonen.com

10 LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS

A continuación se muestra un procedimiento para revisar el instrumento en caso de que parezca que no funciona como debería.

Falla la señal de salida o muestra resultados improbables:

- Comprobar que los cables están conectados adecuadamente al equipo de lectura.
- Comprobar la posición del instrumento. ¿Hay algún obstáculo que proyecte una sombra sobre la ventana bloqueando el sol directo durante alguna parte del día?

- Comprobar la ventana, tiene que estar clara y limpia. Si se ha depositado agua en el interior, por favor, cambie el desecante. Si se ha depositado demasiado agua en el interior hay que quitar el cartucho de secado y calentar el instrumento para secarle.
- Comprobar la impedancia del instrumento (ver especificaciones para los valores esperados).
- Comprobar el registrador de datos o el offset integrador conectando una carga simulada (100 Ohm de resistencia). Esto tiene que dar una lectura de «cero».

- Si se ha depositado agua o hielo en la ventana, hay que limpiarla. Probablemente las gotitas de agua se evaporarán en menos de una hora cuando está al sol.

Se debe informar al distribuidor de cualquier daño y mal funcionamiento visible, y éste sugerirá la acción adecuada.

APÉNDICE 1 TERMINOLOGÍA RADIOMÉTRICA

Término	Explicación
Albedo	La parte de radiación entrante que se refleja en una superficie
Ángulo acimutal	Ángulo en dirección horizontal (0 – 360º)
Ángulo de incidencia	Ángulo de incidencia desde el cenit (vertical)
Respuesta coseno	Respuesta del detector de acuerdo con la ley del coseno
Irradiancia solar difusa	Radiación solar, aislado por vapor de agua, polvo y otras partículas que hay en la atmósfera
Irradiancia solar directa	Radiación que ha viajado en línea recta desde el sol
Irradiancia solar global	Irradiancia total que cae sobre una superficie horizontal (Difusa + Directa · cos α)
Irradiancia	Densidad de flujo radiante (W/m^2)
Radiación de onda larga	Radiación con longitudes de onda > 4 µm y < 100 µm
Pirheliómetro	Radiómetro adecuado para medir radiación global de onda corta
Pirgeómetro	Radiómetro adecuado para medir radiación de onda larga descendente
Pirheliómetro	Radiómetro adecuado para medir irradiancia directa
Radiación de onda corta	Radiación con longitudes de onda > 280 nm y < 4 µm
Termopila	Detector térmico fabricado con muchas uniones termopares
OMM	Organización de Meteorología Mundial
CMR	Centro Mundial de Radiación (en Davos, Suiza)
RRM	Referencia Radiométrica Mundial (escala de radiación estándar)
GMN	Grupo Mundial de Normalización (normas radiométricas mantenidas en Davos)
Ángulo cenital	Ángulo desde el cenit (0 º, vertical)

APÉNDICE II ESPECIFICACIONES DEL TERMISTOR 10K

YSI Termistor 44031 – Resistencia frente a la Temperatura en ˚C

Thermistor (10 kΩ @ 25ºC)

$$T = \left(\alpha + \left[\beta \cdot (\ln(R)) + \gamma \cdot (\ln(R))^3\right]\right)^{-1} - 273.15$$

$\alpha : 1.0295 \cdot 10^{-3}$ $\beta : 2.391 \cdot 10^{-4}$ $\gamma : 1.568 \cdot 10^{-7}$

T [”C] = Temperature R [Ω] = Resistance

YSI 44031 Temperature vs. Resistance

Temperature [˚C]	[˚F]	Resistance [Ohm]	Temperature [˚C]	[˚F]	Resistance [Ohm]	Temperature [˚C]	[˚F]	Resistance [Ohm]
-30	-22.0	135,200	0	32.0	29,490	30	86.0	8,194
-29	-20.2	127,900	1	33.8	28,150	31	87.8	7,880
-28	-18.4	121,100	2	35.6	26,890	32	89.6	7,579
-27	-16.6	114,600	3	37.4	25,690	33	91.4	7,291
-26	-14.8	108,600	4	39.2	24,550	34	93.2	7,016
-25	-13.0	102,900	5	41.0	23,460	35	95.0	6,752
-24	-11.2	97,490	6	42.8	22,430	36	96.8	6,500
-23	-9.4	92,430	7	44.6	21,450	37	98.6	6,258
-22	-7.6	87,660	8	46.4	20,520	38	100.4	6,026
-21	-5.8	83,160	9	48.2	19,630	39	102.2	5,805
-20	-4.0	78,910	10	50.0	18,790	40	104.0	5,592
-19	-2.2	74,910	11	51.8	17,980	41	105.8	5,389
-18	-0.4	71,130	12	53.6	17,220	42	107.6	5,193
-17	1.4	67,570	13	55.4	16,490	43	109.4	5,006
-16	3.2	64,200	14	57.2	15,790	44	111.2	4,827
-15	5.0	61,020	15	59.0	15,130	45	113.0	4,655
-14	6.8	58,010	16	60.8	14,500	46	114.8	4,489
-13	8.6	55,170	17	62.6	13,900	47	116.6	4,331
-12	10.4	52,480	18	64.4	13,330	48	118.4	4,179
-11	12.2	49,940	19	66.2	12,790	49	120.2	4,033
-10	14.0	47,540	20	68.0	12,260	50	122.0	3,893
-9	15.8	45,270	21	69.8	11,770	51	123.8	3,758
-8	17.6	43,110	22	71.6	11,290	52	125.6	3,629
-7	19.4	41,070	23	73.4	10,840	53	127.4	3,504
-6	21.2	39,140	24	75.2	10,410	54	129.2	3,385
-5	23.0	37,310	25	77.0	10,000	55	131.0	3,270
-4	24.8	35,570	26	78.8	9,605	56	132.8	3,160
-3	26.6	33,930	27	80.6	9,227	57	134.6	3,054
-2	28.4	32,370	28	82.4	8,867	58	136.4	2,952
-1	30.2	30,890	29	84.2	8,523	59	138.2	2,854

APÉNDICE III ESPECIFICACIONES DEL PT- 100

Pt- 100 – Resistencia frente a la Temperatura en ºC y ºF

Pt-100 (100 Ω @ 0°C)

$$T = \frac{-\alpha + \sqrt{\alpha^2 - 4 \cdot \beta \cdot \left(\frac{-R}{100} + 1\right)}}{2 \cdot \beta}$$

$\alpha : 3.9080 \cdot 10^{-3}$ $\beta : -5.8019 \cdot 10^{-7}$

T [°C] = Temperature

R [Ω] = Resistance

Pt-100 Temperature vs. Resistance

Temperature [°C]	[°F]	Resistance [Ohm]	Temperature [°C]	[°F]	Resistance [Ohm]	Temperature [°C]	[°F]	Resistance [Ohm]
-30	-22.0	88.2	0	32.0	100.0	30	86.0	111.7
-29	-20.2	88.6	1	33.8	100.4	31	87.8	112.1
-28	-18.4	89.0	2	35.6	100.8	32	89.6	112.5
-27	-16.6	89.4	3	37.4	101.2	33	91.4	112.8
-26	-14.8	89.8	4	39.2	101.6	34	93.2	113.2
-25	-13.0	90.2	5	41.0	102.0	35	95.0	113.6
-24	-11.2	90.6	6	42.8	102.3	36	96.8	114.0
-23	-9.4	91.0	7	44.6	102.7	37	98.6	114.4
-22	-7.6	91.4	8	46.4	103.1	38	100.4	114.8
-21	-5.8	91.8	9	48.2	103.5	39	102.2	115.2
-20	-4.0	92.2	10	50.0	103.9	40	104.0	115.5
-19	-2.2	92.6	11	51.8	104.3	41	105.8	115.9
-18	-0.4	93.0	12	53.6	104.7	42	107.6	116.3
-17	1.4	93.3	13	55.4	105.1	43	109.4	116.7
-16	3.2	93.7	14	57.2	105.5	44	111.2	117.1
-15	5.0	94.1	15	59.0	105.9	45	113.0	117.5
-14	6.8	94.5	16	60.8	106.2	46	114.8	117.9
-13	8.6	94.9	17	62.6	106.6	47	116.6	118.2
-12	10.4	95.3	18	64.4	107.0	48	118.4	118.6
-11	12.2	95.7	19	66.2	107.4	49	120.2	119.0
-10	14.0	96.1	20	68.0	107.8	50	122.0	119.4
-9	15.8	96.5	21	69.8	108.2	51	123.8	119.8
-8	17.6	96.9	22	71.6	108.6	52	125.6	120.2
-7	19.4	97.3	23	73.4	109.0	53	127.4	120.6
-6	21.2	97.7	24	75.2	109.4	54	129.2	120.9
-5	23.0	98.0	25	77.0	109.7	55	131.0	121.3
-4	24.8	98.4	26	78.8	110.1	56	132.8	121.7
-3	26.6	98.8	27	80.6	110.5	57	134.6	122.1
-2	28.4	99.2	28	82.4	110.9	58	136.4	122.5
-1	30.2	99.6	29	84.2	110.3	59	138.2	122.9

APÉNDICE IV ESPECIFICACIONES PRINCIPALES

Specifications	
ISO classification	First Class
Response time (95 %)	5 s
Zero offsets due to temperature change (5 K/hr)	± 1 W/m²
Non-stability (change/year)	± 0.5 %
Non-linearity (0 to 1000 W/m²)	± 0.2 %
Temperature dependence of sensitivity	± 0.5 % (-20 to +50 °C)
Sensitivity	7 to 14 µV/W/m²
Impedance	10 to 100 Ω
Operating temperature	-40 to +80 °C
Spectral range (50 % points)	200 to 4000 nm
Typical signal output for atmospheric applications	0 to 15 mV
Maximum irradiance	4000 W/m²
Expected daily uncertainty	± 1 %
Full opening view angle	5 ° ± 0.2 °
Slope angle	1 ° ± 0.2 °
Required tracking accuracy	± 0.5 ° from ideal
Weight (excluding cable)	1 kg

APÉNDICE V LISTA DE CENTROS MUNDIALES Y REGIONALES DE RADIACIÓN

Centros Mundiales de Radiación

Davos (Suiza)
San Petesburgo (Rusia) (solo centro de datos)

Región I (África)
- Cairo (Egipto)
- Khartoum (Sudán)
- Kinshasa (Rep. Dem. del Congo)
- Lagos (Nigeria)
- Tamanrasset (Argelia)
- Tunis (Tunez)

Región II (Asia)
- Pune (India)
- Tokio (Japón)

Región III (Suramérica)
- Buenos Aires (Argentina)
- Lima (Perú)
- Santiago (Chile)

Región IV (América del Norte y Central)
- Toronto (Canadá)
- Boulder (Estados Unidos)
- Ciudad de México (México)

Región V (Sudoeste del Pacífico)
- Melbourne (Australia)

Región VI (Europa)
- Budapest (Hungría)
- Davos (Suiza)
- San Petersburgo (Federación Rusa)
- Norrköping (Suecia)
- Trappes/Carpentras (Francia)
- Uccle (Bélgica)
- Lindenberg (Alemania)

APÉNDICE VI SERVICIO DE RECALIBRACIÓN

Pirheliómetros, Albedómetros, Pirgeómetros, Radiómetros UV & Sensores de Duración del Sol

Los instrumentos de medición de la radiación solar de Kipp & Zonen cumplen con las normas internacionales más exigentes. Para mantener el rendimiento especificado de estos instrumentos, Kipp & Zonen recomienda la calibración de sus instrumentos cada dos años.

Esto se puede hacer en la fábrica de Kipp & Zonen. Aquí, se puede realizar la recalibración del más alto nivel a un bajo coste. La recalibración se puede realizar normalmente en cuatro semanas. Si es necesario, se puede realizar una recalibración urgente en tres semanas o menos (sujeto a restricciones de programación). Kipp & Zonen confirmará siempre la duración de la recalibración. Por favor, tenga en cuenta que hay descuentos especiales de cantidades de recalibración para instrumentos del mismo tipo.

KIPP & ZONEN
SINCE 1830

Our customer support remains at your disposal for any maintenance or repair, calibration, supplies and spares.

Für Servicearbeiten und Kalibrierung, Verbrauchsmaterial und Ersatzteile steht Ihnen unsere Customer Support Abteilung zur Verfügung.

Notre service 'Support Clientèle' reste à votre entière disposition pour tout problème de maintenance, réparation ou d'étalonnage ainsi que pour les accessoires et pièces de rechange.

Nuestro servicio de atención al cliente esta a su disposición para cualquier actuación de mantenimiento, reparación, calibración y suministro de repuestos.

HEAD OFFICE

Kipp & Zonen B.V.
Delftechpark 36, 2628 XH Delft
P.O. Box 507, 2600 AM Delft
The Netherlands

T: +31 (0) 15 2755 210
info@kippzonen.com
www.kippzonen.com

SALES OFFICES

Kipp & Zonen France S.A.R.L.
88 Avenue de l'Europe
77184 Emerainville
France

T: +33 (0) 1 64 02 50 28
F: +33 (0) 1 64 02 50 29
kipp.france@kippzonen.com

Kipp & Zonen Asia Pacific Pte. Ltd.
10 Ubi Crescent Lobby E
#02-93 Ubi Techpark
Singapore 408564

T: +65 (0) 6748 4700
F: +65 (0) 6748 6098
kipp.singapore@kippzonen.com

Kipp & Zonen USA Inc.
125 Wilbur Place
Bohemia
NY 11716
United States of America

T: +1 (0) 631 589 2065
F: +1 (0) 631 589 2068
kipp.usa@kippzonen.com

SALES OFFICE GERMANY and SWITZERLAND

Rolf Gengenbach Messtechnik

Gengenbach Messtechnik e.K.
Heinrich-Otto-Straße 3
D-73262 Reichenbach / Fils
T: +49 (0) 7153 9258-0
F: +49 (0) 7153 9258-160
info@rg-messtechnik.de
www.rg-messtechnik.de

Passion for Precision